

Ⅱ-12

塩化ビニル管長変化による水圧载荷時の破壊点についての研究

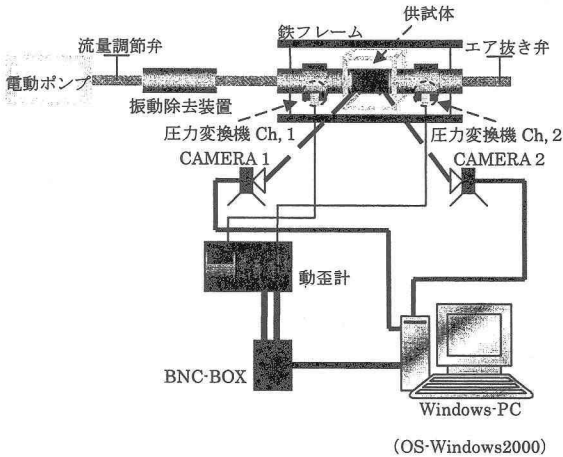
東北学院大学工学部 学生会員○千葉 哲也

東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

（１）実験目的

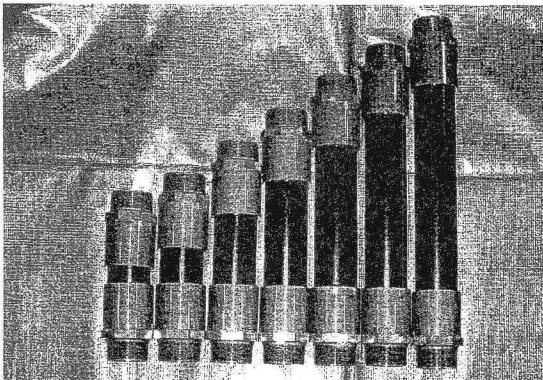
本研究では、塩化ビニル管の供試体を電動ポンプによる水圧载荷によって実際に破壊し、最大圧力、水圧载荷時間及び破壊状況について調査する。また、供試体の管長変化によって最大圧力、水圧载荷時間などどのような関係があるのかを比較検討する。

（２）実験装置全体図



（３）供試体

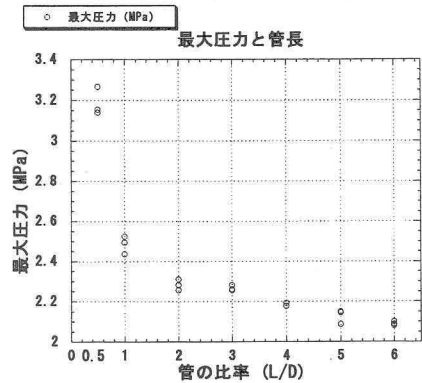
水圧破壊実験において、塩化ビニル供試体は管長（管の比率 L/D L ：直径 D ：管径）を $0.5D$ （25mm）、 $1D$ （50mm）、 $2D$ （100mm）、 $3D$ （150mm）、 $4D$ （200mm）、 $5D$ （250mm）、 $6D$ （300mm）の 7 種類使用する。



（４）実験結果

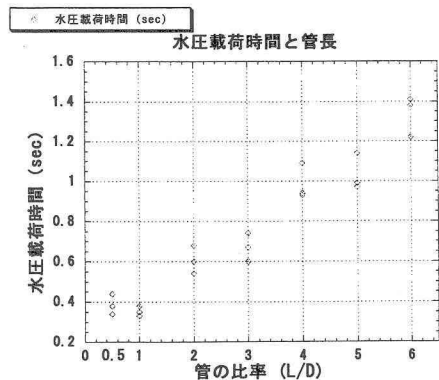
①最大圧力・管長

次のグラフは、縦軸に最大圧力、横軸に管長（管の比率 L/D L ：直径 D ：管径）をとり実験データを分布図に表したものである。全体的にみると、管長が短くなるにつれて最大圧力が上昇する結果となっていることが分かる。



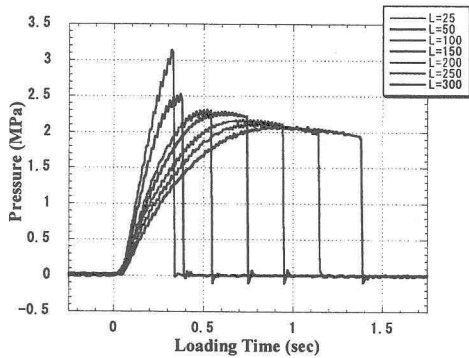
②水圧载荷時間・管長

次のグラフは、縦軸に水圧载荷時間、横軸に管長（管の比率 L/D L ：直径 D ：管径）をとり実験データを分布図に表したものである。全体的にみると、管長が長くなるにつれて水圧载荷時間が長くなる傾向がある。



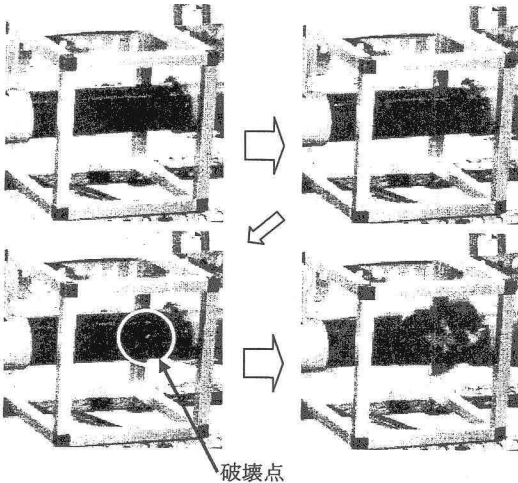
③圧力・水圧载荷時間

次のグラフは、縦軸に圧力、横軸に水圧载荷時間を取りそれぞれの管長の水圧破壊波形を同じグラフに示したものである。この波形から管長が長くなるにつれて最大、破壊時圧力が下降し、水圧载荷時間が長くなることが分かる。

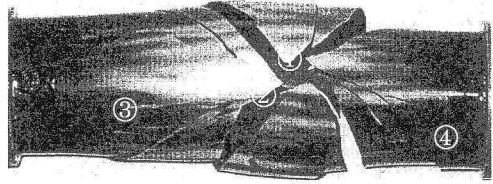


③破壊状況

塩化ビニル供試体（内径 57.0mm、肉厚 1.0mm、破壊面管長 25.0～300.0mm）で水圧破壊実験を行った結果、膨張 Y 状破壊となった。膨張 Y 状破壊とは、管が圧力で伸びて限界が来ると破壊に至る。壊れ方としては、下図のように膨らんで微小な穴が開き、その穴から抜ける圧力の速度より载荷される圧力の上昇速度が早く、微小な穴から X 状に亀裂が進展し破壊する。



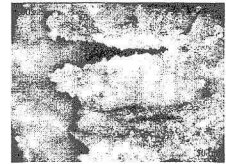
①亀裂発生領域（CS）、②亀裂進展初期領域（CI）、③亀裂進展中間領域（CM）、④亀裂停止領域（CT）は写真の箇所より破面の撮影を行った。



CS、CI 両方とも顕微鏡写真から紙を千切ったような破面が見える。また、供試体写真から白く、膨張が見られるため、CS、CI は延性破壊と言える。

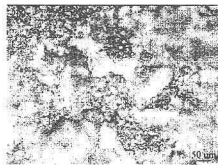


亀裂発生領域

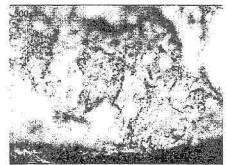


亀裂進展初期領域

CM は、顕微鏡写真では紙を千切ったように凸凹しているが、ところどころに綺麗なガラス状の破面も見られる。また、供試体写真を見ると膨張が起きる境目付近の破面であり、このことから脆性破壊と延性破壊の中間地点と考えられる。CT は、顕微鏡写真から綺麗なガラス状の破面が見られ、供試体写真から膨張が見られないため脆性破壊と言える。



亀裂進展中間領域



亀裂停止領域

（5）結論

①塩化ビニル供試体の管長が短いほど、最大、破壊時圧力が大きい。また、供試体の管長が長いほど、水圧载荷時間も長くなることが分かった。

②膨張 Y 状破壊は弾性状態を経て圧力が最大となりそこから塑性状態へと移り、微小的な破壊が供試体のあらゆる箇所で行き、材料がそれに耐えられなくなると破壊に至る。また、供試体破壊面は破壊点から亀裂停止領域に進展していくにつれて延性的な破壊から、脆性的な破壊に移り変わることが明らかになった。

（6）参考文献

門脇稔、河野幸夫：载荷時間の変化を考慮した塩化ビニル管の水圧载荷に関する研究、東北学院大学工学部土木工学科、卒業論文、2003